

查。

## 5 质量标准及主要控制点

### 5.1 质量标准

(1)国家标准 GBJ93—96《工业自动化仪表工程施工及验收规范》;

(2)中国石油化工总公司标准 SHJ521—91《石油化工仪表工程施工技术规程》;

(3)施工设计文件;

(4)计算机制造厂家安装说明书及有关操作手册。

### 5.2 主要控制点

(1)接地电阻:保护接地 $<100\Omega$ ,本安接地 $<4\Omega$ ,系统和仪表接地 $<10\Omega$ ;

(2)绝缘电阻:电缆绝缘电阻 $>5M\Omega$ ;

(3)UPS 电压波应符合主机及各单元要求;

(4)信号电缆和电源电缆分开敷设,交叉处

应垂直交叉,接线端子牢固可靠;

(5)通道试验应由施工单位和生产厂协同进行。

## 6 安全措施

(1)要求送电程序清楚,电源柜、通电设备等在调试过程中挂牌警告;

(2)不同类型电源在系统中绝对不能相混;

(3)控制室内要采取一定的防静电措施;

(4)控制室在调试、通道试验期间应设专人管理,及时录制有关程序,保存好软盘、磁带;

(5)在调试、试车期间,应在控制室建立安全保卫制度;

(6)调试完毕后,立即进行系统复原,防止出现其它事故。

苟正平 730060 兰州市西固兰化建公司

# 机电式多功能电度表的开发

厦门大学 林晓仁 邓谷鸣 游龙翔  
福建龙溪仪表厂 朱丹总

**摘 要** 介绍了以 NEC 公司的  $\mu PD78064$  单片机为主芯片的新一代机电式多功能电度表的功能特点、硬件结构及软件流程。

**关键词** 机电式 电度表 单片机

根据市场需要,我们采用 NEC 公司的功能强大的  $\mu PD78064$  八位单片机,开发出了集预付费、复费率、需量统计、红外遥控编程及抄表等功能于一身的新一代多功能电度表。这种电度表采用“堆砌式”结构,根据不同地区需要,可以选择一种、多种或全部功能,而软件不必作任何改动。这样,总的研制周期和成本大大降低,生产过程简化,效率提高,生产成本也大大降低。这种电度

表能使用电管理完全实现科学化、微机化,将抄表等人工劳动降低到最低限度。并且利用密码、数据加密等技术手段保证了数据的安全性。这种新型电度表特别适合耗电量较大的各工业部门。

## 1 功能特点

新一代多功能电度表以三相或单相机械电

• 收稿日期:1996—10—16

度表为基表,配上一块电路板而成机电式电度表,它的主要功能特点如下:

(1)预付费功能:采用一户一卡的形式,购电卡由用户保管。用户任何时候插入购电卡时,都能显示剩余金额、复费率电价等信息。购电金额将用完或用完时,能输出警告或拉闸信号。

(2)复费率功能:最多可指定峰、峰平、平、谷共4种费率,一天中可指定最多9个时段,一年中最多可指定4个季节(即4套不同的时段),还可指定星期六和星期天是否实行复费率。时段、季节的设置由红外遥控编程器实现。

(3)需量统计功能:对4种不同费率分别用滑差方法统计最大需量,统计区间15min(滑差1min)或30min(滑差2min)可选,需量值是十进制2位整数,4位小数,单位是kW。

(4)红外遥控编程功能:电表中使用的时段、季节、表号、分频数、初始电量、当前日期、时间等参数值可以用ZZ503型掌上电脑或专用编程器红外遥控输入,数据采用通用的异步串行口格式,所以也可用有线的办法输入,操作方法完全一样。

(5)红外抄表功能:此功能采用ZZ503掌上电脑实现。实时电量或零点电量、实时需量或零点需量可以在数秒钟内读入掌上电脑中,一台掌上电脑可集中上千台电度表的信息,然后通过串行口传送给后台微机进行管理,也可直接在掌上电脑上处理数据。与编程功能一样,抄表的数据格式是通用的异步串行口格式,所以也可以用有线的集中抄表方式进行抄表。

(6)显示功能:可以选择LED或LCD两种显示方式之一,LED有7个数码管,LCD有两行各6个数码显示,及时钟显示和“需量、时段”等指示。因为显示内容很多,所以分两组循环显示,红外编程器上用两个按键控制显示。

(7)实时日历时间功能:为了支持复费率功能,配上精确的走时时钟功能。实时时钟由副晶振提供,可以调节到很高的精度。实时时钟能自动计算星期,调整闰年。

(8)电源电池检测功能:为了在掉电的情况下让实时时钟能照常运行,此电度表配置了备用

电池,备用电池的另一作用是使内部RAM的数据掉电时不丢失。电源电池检测功能是当检测到电池电压降到一定值时就使LED或LCD显示的画面闪烁以示报警,尽快更换电池。当检测到断电的情况时,就使CPU的各部件均停止工作,这时电池功耗仅有10 $\mu$ A,每隔0.5s时钟中断子程序正常工作一次,以保证实时时钟照常运行。

(9)数据保护及软件复位功能:为防止强干扰或电池、电源均没电时数据丢失,一些重要的数据如电量、时段、季节等均存于一片EEPROM中。强干扰也可能造成软件误动作而陷于瘫痪,我们利用 $\mu$ PD78064的监视定时器实现了软件异常时的自动复位功能。数据保护和软件复位功能是单片化仪器仪表必备的功能。

## 2 硬件结构

新一代多功能电度表的主要硬件结构框图如图1所示。我们充分利用了 $\mu$ PD78064各接口部件的功能,使外部硬件扩展降低到最小限度。

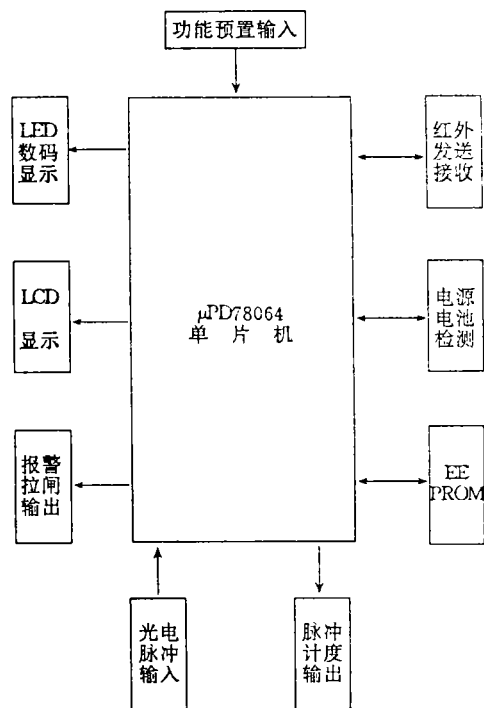


图1 硬件框图

(1)功能预置输入电路:功能预置只有两种状态,就是有或无,如有无预付费功能、有无零点抄表功能、LED 显示或 LCD 显示等。每种功能用一根输入线,接 0V 或 5V 分别表示两种不同状态,软件运行时判断不同的情况作不同的处理。

(2)LED 数码显示电路:采用动态扫描方法,占用  $\mu\text{PD78064}$  的 2 个 8 位并行口,外加驱动电路以提高亮度,因为 LED 的功耗较大,所以当交流电断电时,LED 就停止显示以减少备用电池功耗。

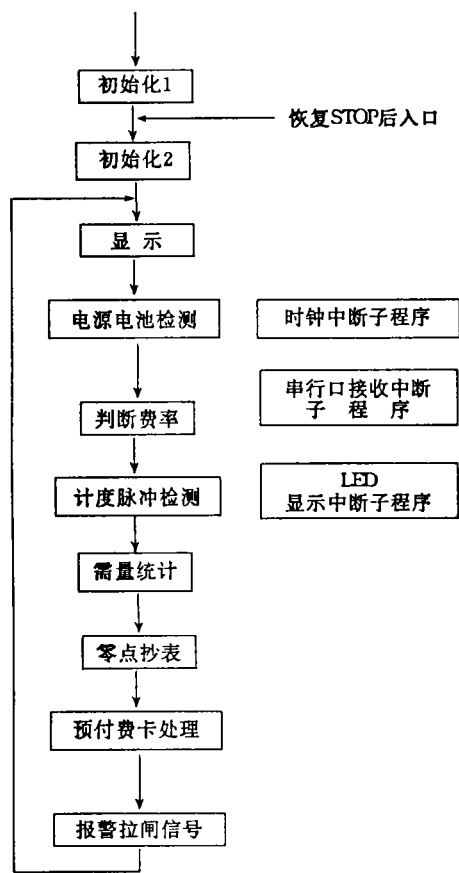


图 2 软件流程

(3)LCD 显示电路:因为  $\mu\text{PD78064}$  带有 LCD 的控制驱动电路,所以,直接将  $\mu\text{PD78064}$  的段信号输出和公共信号输出接到液晶板的对应输入脚上即可,中间不必增加任何电路。显示时只要将数据送入对应的显示缓冲区即可。

(4)报警拉闸信号输出电路:此电路用于预

付费功能,报警和拉闸信号分别由一个输出引脚输出,根据用户不同需要可接 LED 作为警告提示或直接接继电器强制拉掉电源。插入用户购电卡后报警信号可恢复成无效状态,而拉闸信号不可恢复。

(5)光电脉冲输入电路:此电路对机械计度器的圆盘旋转进行计数,从而达到电子计度的目的。光电探头可选择单个或两个,即电脉冲输入或双脉冲输入。

(6)脉冲计度输出电路:当光电脉冲输入电路测得一输入脉冲时,或记满某费率 1 度电时,就输出一高电平脉冲,驱动 LED 闪亮或作为计量检验用。

(7)EEPROM 电可擦除存储器电路:此电路共使用两片占用输入/输出口较少的串行 EEPROM 芯片,其中,一片在电表电路板上,存贮电量、剩余余额等重要数据,另一片是在预付费电卡上,送入购电信息,回送电量信息。读写 EEPROM 所需的片选信号和时钟信号均由软件产生。

(8)电源、电池检测电路:此电路利用  $\mu\text{PD78064}$  内部的两路 ADC 输入,检测电池电压时,参考电压是正常供电的 +5V,而检测电源掉电时参考电压应为电池供电的 +3V。

(9)红外发送接收电路:数据的传送采用  $\mu\text{PD78064}$  的 2 号串行口,即通用异步串行口,同时利用  $\mu\text{PD78064}$  的 PCL(时钟输出)功能,输出 39.1kHz 的信号为载波频率,这一频率正好符合红外发射接收对管的频率要求。数据为 1 时红外管不发射,数据为 0 时红外管发射,这样起始位为 0 有发射,没有数据传送时,发送脚 TXD 为 1 正好不发射信号。因为编程、抄表的数据量都不太大,所以采用速度较低的 1200 波特率以确保红外发送接收的可靠性。

(10)除上述电路外,还有电源电路、指示灯输出电路等,另外还有附属电度的红外遥控编程器、抄表器、写卡机等,均采用  $\mu\text{PD78064}$  为主芯片。

### 3 软件流程

软件基本流程如图 2 所示,采用顺序循环的基本结构,外加 3 个中断子程序。各模块功能相对独立,只有数据及状态变量的传递关系。这种结构层次非常清楚,开发、调试、修改都非常容易。

(1)初始化模块:主要是对状态变量及一些数据区进行清 0 处理,及对 CPU 内部的 SFR 初始化,以保证程序以正常的初始状态开始运行,这是任何软件运行前必不可少的工作。初始化分两种情况:第一种情况是刚上电或软件复位以后的初始化,必须是全部进行的,第二种情况是  $\mu\text{PD78064}$  从 STOP 状态恢复后重新运行的初始化,某些状态必须保持不变,所以就不对其初始化。

(2)LCD 显示模块:主要功能是根据不同的显示状态将不同的显示数据送到 LCD 显示缓冲区,从而达到显示的效果。当然这一模块必须在选择 LCD 功能时才会运行,选择 LED 功能就跳过。当处于单相编程状态时,还必须有光标显示的功能,即正被修改位置上的数据闪烁。由于 LCD 显示整个画面较复杂,所以显示模块实际上分为 4 个相对独立的子程序。

(3)电源电池检测模块:此模块先启动  $\mu\text{PD78064}$  的 ADC 检测电源的电压值,若已低于电池电压值,则认为是断电,这时关闭所有除 LCD 显示外的输出口以降低功耗,然后使  $\mu\text{PD78064}$  进入 STOP 状态。若电源电压值正常,则启动另一路 ADC 检测电池电压值,若太低,则设置状态变量,使 LCD 或 LED 显示出现闪烁。

(4)判断费率模块:此模块每分钟执行一次,是否执行由时钟程序设置的状态变量来判断。先判断当前日是否为星期六或星期日,是而且不实行复费率则按“平”处理。然后判断当前日属于哪个季节,再判断属于此套时段的哪个区间中。如果这次的费率与上次费率不一样,说明时间进入了另一个费率区间,这时将前一种费率对应的电度量的小数部分及脉冲数存入 EEPROM 中保护(整数部分总是存于 EEPROM 中),并将新费

率对应的电度量的小数部分及脉冲数从 EEPROM 中读出,以便以后计算。

(5)计度脉冲检测模块:此模块对计度脉冲进行检测,若有脉冲则进行加 1 运算,若有预付费功能,还要作相应处理。计度脉冲检测可选择单脉冲或双脉冲输入,软件对整个波形进行判断,而不是只判断上升沿或下降沿,这样误计数的可能性就大大降低。双脉冲的情况下,还可以最多计 16 个反向脉冲,这就避免了黑点正好在光电探头附近抖动时的误计数。因为串行 EEPROM 写数据时间较长,掉电时再来保护数据是来不及的,所以电度量的整数值一直存于 EEPROM 中,但电度量的写操作是较频繁的,所以为提高 EEPROM 的寿命,采用了轮换使用几个地址的办法来存储电度量整数值。

(6)需量统计模块:此模块每 1min 或 2min 执行一次。需量统计涉及到前 15min 或 30min 的电度量,还要 4 种费率分别统计,所以算法是比较复杂的,有多字节乘除法,二进制整数小数转化为十进制整数小数等。这一模块只是进行统计计算,还需其它模块的配合才能实现完整的需量计算。从数据结构看,也比较复杂,占用较多的 RAM 地址,采用环形缓冲区来暂存脉冲数。

(7)零点抄表模块:当零点日到来时,此模块将实时电量、实时需量等数据保持于 EEPROM 单独地址中,以备以后用红外读表器读出。

(8)预付费卡处理模块:此模块仅带预付费功能时才执行。此模块详细检查数据的合法性,只有正确,才将购电金额等数据读入电表,并将实时电量等数据回送到电卡上,以便以后管理系统进行检查。插入电卡后,LED 或 LCD 还会显示有关预付费的信息。电卡采用的也是较廉价的串行 EEPROM 芯片,这种芯片本身没有加密功能,为了避免被人读出数据篡改以偷电,我们对电卡上的数据进行比较复杂的加密处理。

(9)报警拉闸信号输出模块:此模块根据预付费计算结果所置的状态变量,将报警和拉闸输出置为有效或无效。

(10)时钟中断子程序:此模块利用

(下转第 40 页)

#### 4 制冷系统故障诊断模拟实验台系统设计

故障模拟实验台设计在空调工况下,压缩机采用滚动转子式 1 匹机,空调工况下系统制冷量约为 2200W。为了便于故障诊断实验,本实验台在制冷系统部分采取了如下措施:

(1)为了实现蒸发室冷热平衡提供相应的热负荷,蒸发室中布置了 3000W(220V)的电加热器。电加热器回路上接入一调压变压器,通过调压变压器可改变电加热器的加热功率。

(2)为了能够方便地改变冷凝温度,制冷系统中冷凝器采用水冷式,并在冷却水进口处串接一个 1000W 电加热器。电加热器回路上也接入一调压变压器。由于本实验在冬季运行,故冷却水回路中不需布置辅助冷却系统。

(3)为模拟不同工况下蒸发室的换热状况,蒸发室轴流风机采用三档转速的方法。

(4)为模拟压缩机排气泄漏的情况,压缩机

高低压之间接入旁通管路和旁通阀。

(5)为模拟系统管道堵塞的情况,在冷凝器和膨胀阀之间接入一个电磁阀。

(6)为模拟制冷剂过多、过少的情况,在压缩机低压吸入端接入一个加液/放液阀。

实验台制冷系统及传感器布置、电气控制系统分别如图 1 和图 2 所示。

#### 5 小结

制冷系统故障模拟实验台的研制达到了预期要求。它所要求的系统配置适中,通用性强,实用价值较大。在此基础上可以进行制冷系统故障机理、在线诊断、调试、监控、运行管理等方面的研究。目前该实验台可以模拟 7 类 23 种故障,并成功地应用于我国援外工程项目上。

鲍士雄 200030 上海市华山路 1954 号上海交通大学动力机械工程系

(上接第 53 页)

$\mu$ PD78064 内部的时钟定时器和 16 位定时/计数器串联使用,每 0.5s 中断执行一次。此模块主要功能是进行时间、日历的计算(包括闰年处理),它还为其它许多模块提供与走时有关的状态变量。

(11)串行口接收中断子程序:此模块接收红外遥控器发来的各种命令,并作相应的处理。红外遥控器的命令有编程命令、显示命令、抄表命令等等,每种不同的命令用 1 个字节的代号表示,如果带有数据就紧跟其后。数据传送过程有检验和校验,若命令或数据接收有误,则不发回

应答信号,只有成功时才发应答信号,这样是为了避免两台或多台电表同时收到命令时应答信号相互重叠。

(12)LED 显示中断子程序:此模块利用  $\mu$ PD78064 内部 8 位定时/计数器,每 3ms 中断执行一次,预置为 LED 显示时才允许 8 位定时/计数器中断。此程序从 LED 显示缓冲区指针处读出一位数字显示,指针指向下一个位。如果是实时可变的数据,还要先将此数据重新读入 LED 缓冲区中,再显示。

林聪仁 361005 厦门市厦门大学电子工程系